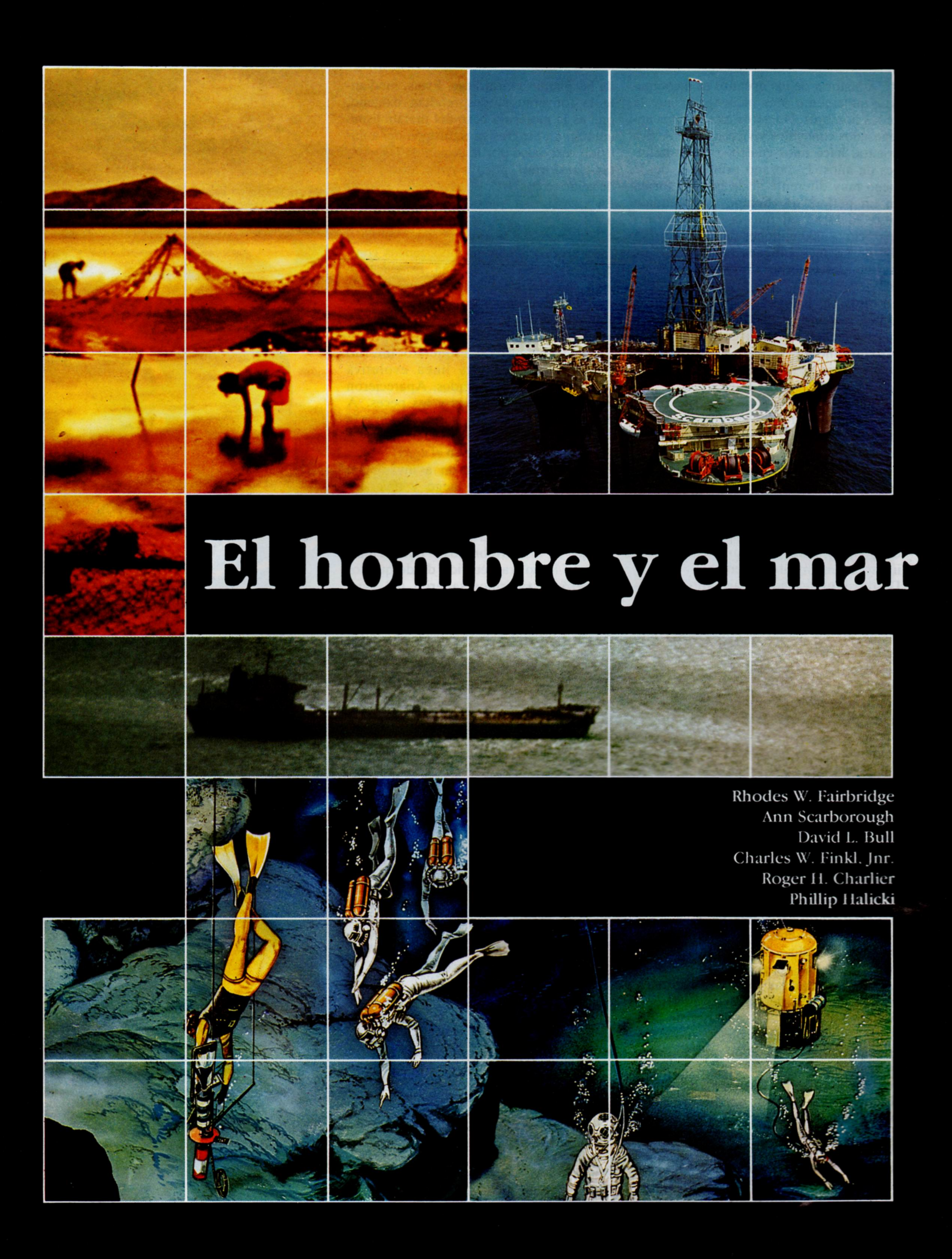
El hombre y el mar



Rhodes W. Fairbridge
Ann Scarborough
David L. Bull
Charles W. Finkl, Jnr.
Roger H. Charlier
Phillip Halicki

La vida empezó en el mar

LA historia de los océanos es incomparablemente más prolongada que la de los hombres. Nuestros más lejanos antepasados conocidos vivieron en el Africa oriental hace unos cuatro o cinco millones de años. El océano primitivo, desde luego muy diferente al de hoy, se formó en un período de tiempo comprendido entre la fecha en que la Tierra misma apareció (4.600 millones de años) y la fecha de las más antiguas rocas de origen marino descubiertas (3.800 millones de años).

En otras palabras, el hombre es un personaje reciente en un escenario antiguo. Sus relaciones con el océano son sutiles pero profundas.

Una especie de hilo inmaterial une a todos los seres vivos de nuestro planeta, a los que lo pueblan en la actualidad y a los que los precedieron, y ese hilo es el de la evolución. Una progresión muy lenta y compleja permitió que los primeros organismos unicelulares, que aparecieron en la Tierra hace 3.500 millones de años, se diversificaran hasta desembocar en la prodigiosa mecánica de los mamíferos superiores. Durante este lapso, la historia de la vida y la del mar han ido continua e indisolublemente unidas entre sí.

Desde su origen hasta hace aproximadamente unos 400 o 350 millones de años, plantas y animales vivieron exclusivamente en un medio acuático: los continentes no eran más que inmensos roquedos desérticos. La lenta acción de los vegetales marinos fue lo que permitió la producción y liberación del oxígeno necesario, primero, para que la vida se diversificara en las aguas, y después, para que la atmósfera terrestre fuera respirable, lo que posibilitó, a su vez, que la tierra firme se colonizara. Pero empecemos por el principio.

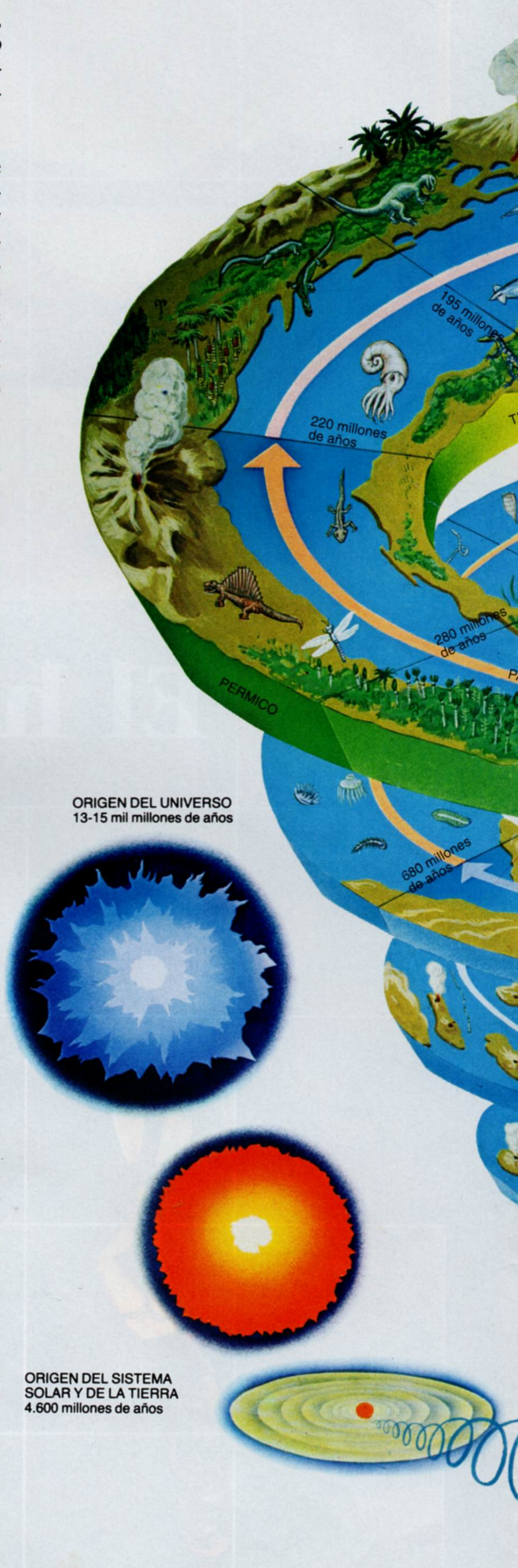
Hace unos 4.600 millones de años, en un punto de nuestra galaxia se formó una gigantesca nube de gas y polvo que giraba lentamente sobre sí misma: el sistema solar, con su estrella y sus planetas, entre ellos la Tierra. Nuestro globo, surgido a una temperatura bastante baja, se calentó progresivamente, y una gran parte acabó por fundirse. Después la superficie de esa bola de fuego se enfrió, dando lugar a las primeras rocas continentales: las más antiguas, descubiertas en Groenlandia, datan de 3.800 millones de años atrás. Algunas parecen haber sido en un principio sedimentos de un océano primitivo. Este último estaba bajo los efectos de una atmósfera reductora, esto es, abundante en metano, amoniaco, hidrógeno y anhídrido carbónico.

La enorme cantidad de anhídrido carbónico liberado a la atmósfera por los volcanes acidificó los océanos y creó las condiciones indispensables para el desarrollo de las plantas clorofílicas. Estas, mediante la fotosíntesis, desprendían oxígeno, que es la molécula base del metabolismo animal. La progresiva reducción del anhídrido carbónico por la acción de las plantas transformó, poco a poco, el océano: de ácido se convirtió en alcalino.

La vida dio un paso más cuando, hace unos 600 millones de años, los invertebrados marinos se procuraron conchas y caparazones, aprovechando ciertos compuestos disueltos en el agua. De esta manera se daba paso a los organismos de estructura rígida. Poco después de que aparecieran los animales de esqueleto externo (exoesqueleto) surgieron los primeros organismos con esqueleto interno (endoesqueleto), cuya línea evolutiva conducirá a los vertebrados. Aparecieron entonces los ciclóstomos y los peces. A partir de los primeros microorganismos la vida se desarrolló durante 3.000 millones de años exclusivamente en el agua.

Ciertas algas comenzaron a invadir las costas, extendiéndose luego y diversificándose por todos los continentes. Los insectos tomaron por asalto la tierra firme, siendo imitados poco después —en la línea de los vertebrados— por los anfibios. El lapso transcurrido desde que los primeros organismos salieron del agua hasta nuestros días es menos del 10 % del tiempo total de vida en el planeta.

Nuestro pasado acuático está cercano a nosotros: otra prueba de ello la tenemos en que el embrión humano, en el transcurso de su desarrollo, presenta asombrosas semejanzas con el de los peces. Incluso en su misma evolución, el hombre ha permanecido siempre cerca del mar.



La espiral de la evolución. *El vínculo fundamental entre el hombre y el mar lo constituye el fenómeno de la evolución de la vida sobre la Tierra. La vida no sólo apareció en el océano, sino que —como muestra el dibujo de la derecha— a él se circunscribió el 90 % del tiempo de su historia. La espiral comenzó desde hace unos 13.000 a 15.000 millones de años, cuando la gran explosión inicial dio origen a nuestro universo. En un modesto rincón de nuestra galaxia, hace 4.600 millones de años, se formó el sistema solar (y con él nuestro planeta). Tuvieron que pasar de 600 a 800 millones de años para que la corteza del globo se endureciera, siendo en este período cuando se formaron los océanos primitivos. 600 millones de años más, y surgen en el agua las primeras formas de vida. Hará falta esperar otros 2.200 millones de años para que aparezcan los primeros vertebrados (los ostracodermos). Los anfibios abandonaron el líquido elemento hace unos 320 millones de años. Y ellos dieron origen a los reptiles, los pájaros y los mamíferos.*


135 millones de años
MESOZOICO
JURASICO
CRETACICO
65 millones de años
PALEOCENO
500 millones de años
CAMBRICO
ORDOVICICO
440 millones de años
400 millones de años
SILURICO
EOCENO
54 millones de años
320 millones de años
345 millones de años
CARBONIFERO
DEVONICO
35 millones de años
ARQUEOZOICO
25 millones de años
8 millones de años
10.000 años
CENOZOICO
2.000 millones de años
OLIGOCENO
MIOCENO
3.200 millones de años
PLIOCENO
TERCIARIO
ARCAICO
PLEISTOCENO
3.800 millones de años
HOLOCENO
CUATERNARIO

El hombre, bajo el agua

CUENTA una antigua leyenda griega que Leandro nadaba más de 40 millas cada noche en los Dardanelos para reunirse con su amada. Es muy probable que las relaciones entre el hombre y el mar surgieran de la necesidad que aquél tenía de procurarse el alimento. Hace más de 125.000 años, por lo menos, que nuestros antepasados comenzaron a recoger moluscos y crustáceos, como atestiguan algunos restos arqueológicos descubiertos en Africa.

No obstante, la idea de explorar las orillas y las charcas dejadas por la marea, así como la de penetrar directamente bajo el agua, se originó, en parte, en el espíritu aventurero del hombre, en su insaciable curiosidad.

Resulta difícil calcular, ni siquiera aproximadamente, cuándo intentó adentrarse por primera vez bajo el agua con un propósito distinto al de la búsqueda de alimento. Las primeras joyas a base de perlas y conchas datan del Neolítico. En Creta existió (entre el año 3.000 y el 1.400 a. de C.) un floreciente comercio de esponjas y púrpura (esta última se obtenía de unos moluscos bastante comunes: la cañadilla y el busano). Homero y Aristóteles hablan de una especie de «submarino», y se plantean ya los problemas de la inmersión. El històriador Herodoto —hacia el 450 a. de C.— menciona por primera vez la utilización de un submarino (?) en una acción bélica.

Por su parte, las *amas* (mujeres buceadoras) de Japón y Corea, provistas de gafas y de algo de lastre para acelerar el descenso, bucean desde hace más de 1.500 años a la búsqueda de ostras perlíferas, conchas, crustáceos y algas comestibles. Se ha comprobado que ellas son más resistentes al frío que los hombres.

La campana de inmersión debió ser utilizada, probablemente, a partir del siglo IV antes de nuestra era. La primera mención de una actividad submarina «moderna» data del año 1640: ese año, un grupo de buzos recuperó cuarenta y dos cañones entre los restos del barco sueco *Vasa,* que yacía a 40 metros de profundidad, utilizando un sistema verdaderamente arcaico; tras respirar aire en una campana de inmersión, situada encima del pecio, salieron de ella a nado para ayudar a ponerle a flote. En 1837 el alemán Siebe fabricó una escafandra cerrada, a la que se suministraba aire comprimido desde la superficie mediante un tubo provisto de una válvula. El hombre pudo trabajar con este sistema eficazmente en el fondo del agua, pero seguía dependiendo totalmente de la atmósfera. En 1866 el francés Rouquayrol patentó un regulador instalado en un aparato para respirar en circuito abierto. Su idea, perfectamente válida, tropezó con las limitaciones, por otra parte lógicas, de la tecnología de la época.

Por último, en 1944 J. Y. Cousteau y el ingeniero Emile Gagnan encontraron finalmente la solución al inventar la escafandra autónoma, dotada de un regulador que proporciona aire a requerimiento y se conecta mediante un tubo flexible a un tanque de aire comprimido. Así fue cómo el hombre —equipado de inmediato con máscara, aletas y traje de goma— logró moverse libremente bajo el mar.

A finales de los años 50, la necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía indujo a las compañías petrolíferas a buscar yacimientos fuera de tierra firme, en las aguas de la plataforma continental. Esto dio lugar a progresos formidables en los aparatos de inmersión.

Los especialistas tuvieron que descender cada vez a mayor profundidad para trabajar en la perforación de los pozos petrolíferos y en las instalaciones de gasoductos. Los experimentos *«Precontinente»* —del equipo Cousteau— y *«Sealab»*, dirigido éste por G. Bond, de la Marina americana, pusieron de manifiesto que el hombre podía permanecer semanas enteras bajo el mar, en saturación, llevando a cabo toda suerte de tareas útiles. En el transcurso de los años 60, los logros en este campo fueron tan importantes que permitieron instalar «casas bajo el mar», experimentar sumergibles a propósito, y sobre todo elaborar nuevas mezclas respiratorias, merced a las cuales los buceadores pudieron alcanzar profundidades de más de 300 metros. Se multiplicaron los aparatos de exploración sofisticados, como los batiscafos, o minisubmarinos, como los platillos buceadores. La intensa utilización de cámaras de televisión en los sumergibles hizo que los científicos pudieran *ver* directamente el fondo. Por otra parte, los progresos en la medicina de la inmersión permitieron realizar asombrosos experimentos en seres humanos: primero, en cámaras hiperbáricas experimentales, y luego, en el mar.



La conquista de los fondos. *Algunas etapas de la historia de la conquista de los fondos marinos: las* amas *japonesas buceando en apnea (1); F. Crilley, con escafandra, a − 93 metros (2); Haggi Statti (3) y, J. Mayol, en apnea, a − 110 y − 100 metros, respectivamente, en 1913 y 1978 (4); E. Falco, A. Novelli y C. Olgiai, a − 135 metros, en 1959 (5); G. Wookey, a − 182 metros, en 1956, con una mezcla respiratoria a base de oxígeno y helio (6); H. Keller y P. Small, con campana de inmersión, a − 302 metros, en 1962 (7); un equipo de la COMEX, a − 501 metros, en 1977 (8). En abril de 1980 Shelton, Bell y Parker alcanzaron los − 650 metros, utilizando para respirar una mezcla especial de helio (89,5 %), nitrógeno (10 %) y oxígeno (5 %).*


4
5
6
7

La conquista del mar

Es probable que ya en los tiempos más remotos el hombre pensara en cruzar grandes extensiones de agua sirviéndose de objetos flotantes. Sin embargo, las grandes migraciones humanas de la época paleolítica, tanto en Africa como en Eurasia, se llevaron a cabo por tierra. Estas migraciones se multiplicaron en el transcurso de las glaciaciones, cuando el nivel de los mares bajó considerablemente. Así se poblaron la mayoría de las islas, y no solamente por los hombres, sino por los demás mamíferos.

Las variaciones del nivel del mar, debidas a la formación de casquetes glaciares y a su posterior fusión, fueron muy importantes. Se piensa que, 17.000 años antes de nuestra era, el nivel medio oceánico se encontraba 160 metros por debajo del nivel medio actual. Y es de suponer la dramática situación en que se debieron de encontrar ciertos grupos humanos cuando vieron subir las aguas: no les quedó otra alternativa que embarcarse de cualquier manera en objetos flotantes o perecer.

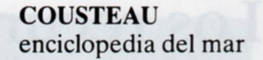
No obstante es probable que la piragua —o por lo menos el tronco de árbol hueco— se debió inventar tempranamente, puede que incluso antes de la migración de las tribus australoides y de los Pieles Rojas americanos (los primeros realizaron su travesía hace 125.000 años y 45.000 años los segundos). La canoa de madera de una sola pieza sigue siendo utilizada todavía como el principal medio de transporte por numerosas tribus primitivas, tanto en Brasil, en el sudeste de Asia y en Africa occidental, como en Australia y la Polinesia.

Con el propósito de poder manejar canoas semejantes en el mar y hacerlas avanzar a vela aprovechando la energía de los vientos, las equilibraron con batangas o balancines. Las grandes piraguas de doble casco fueron empleadas ya, seguramente, en Polinesia hace 5.000 años. Más antiguos todavía parecen los barcos fabricados con papiro o bambú, de los que se han hallado rastros en algunos yacimientos arqueológicos de Egipto y Mesopotamia, y que se siguen utilizando en ciertas partes del mundo, especialmente en el lago Titicaca, en los Andes.

Con estas embarcaciones —bastante frágiles— fue cómo el *Homo sapiens* atravesó mares enteros. Rápidamente cambió su condición de náufrago involuntario por la de conquistador de las inmensidades líquidas. Se ha comprobado que algunos mercaderes chinos llegaron a Egipto por este medio en tiempos de los faraones. Los fenicios, por su parte, establecieron un imperio marítimo en el Mediterráneo y llegaron hasta el Atlántico para explorarlo. En todas partes se perfeccionaron las técnicas de construcción naval.

Hacia los 10.000 metros de profundidad. *Desde siempre el hombre ha soñado con los grandes fondos marinos, que nunca ha dejado de explorar. Este esquema presenta la silueta de los principales artilugios subacuáticos de que el hombre se ha servido en los últimos años, merced a los cuales ha conquistado las profundas fosas oceánicas.*

1 *PC-3X*
2 *Stari*
3 *PC-3A*
4 *Ambersub 300*
5 *Submaray*
6 *Shelf Diver*
7 *Ambersub 600*
8 *PC-3B*
9 *Paulo I*
10 *Asherah*
11 *Benthos V*
12 *Watercoupe*
13 *Platillo buceador SP-300*
14 *PL C4C Deep Diver*
15 *PC-5C*
16 *Star II*
17 *Moray*
18 *Grumman GSV-1*
19 *Beaver Mk IV*
20 *Deep Jeep*
21 *Deep Star 2000*
22 *Star III*
23 *Ben Franklin*
24 *Batisfera, Beebe*
25 *Deep Star 4000*
26 *DSRV-I*
27 *DSRV-II*
28 *Pisces*
29 *Deep-View*
30 *Dolphin AG (SS) 555*
31 *Alvin I*
32 *Dowb*
33 *Autec II*
34 *Autec I*
35 *Deep Quest*
36 *Aluminaut*
37 *Trieste II*
38 *Deepstar*
39 *DSSV*
40 *Archimède*
41 *Trieste I*



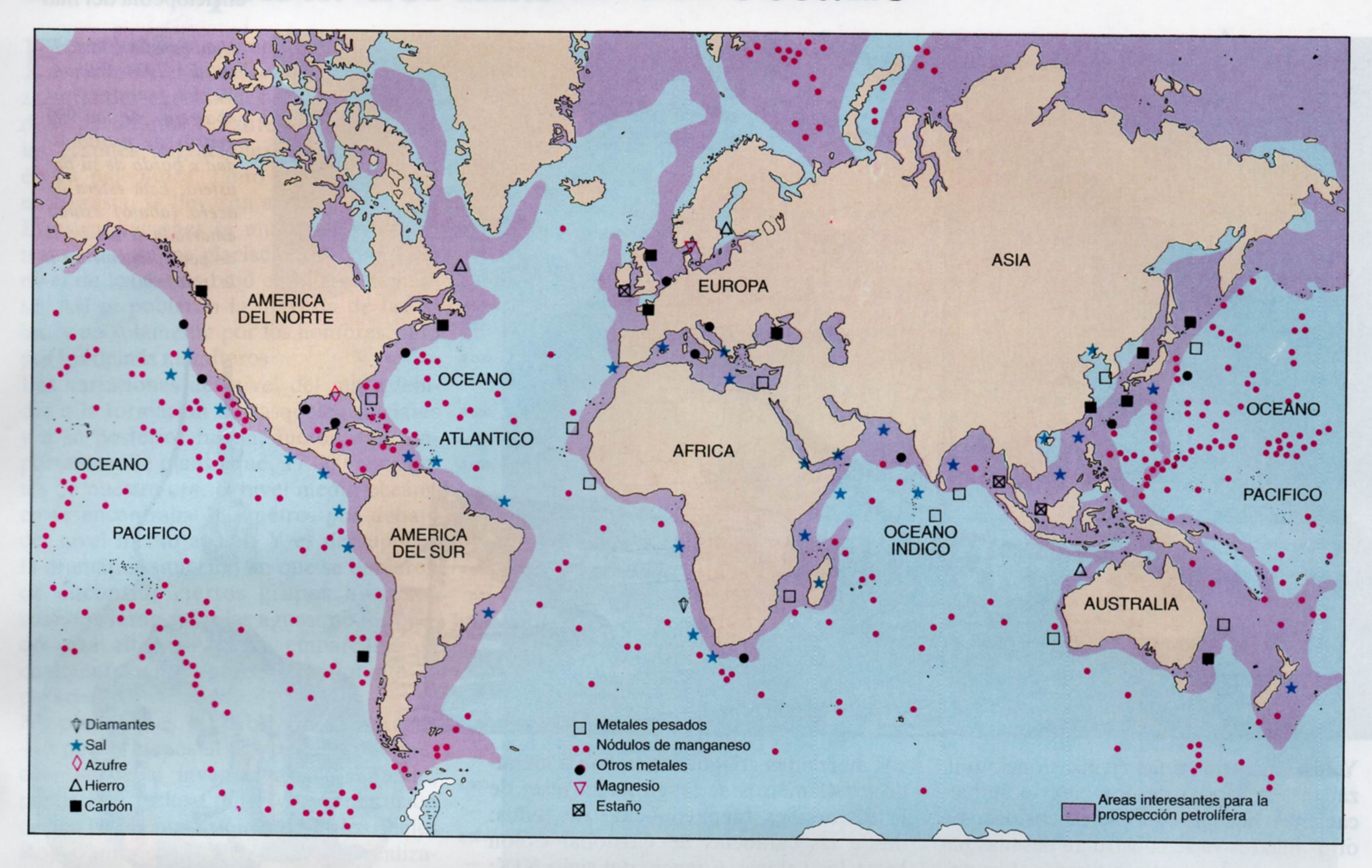


Una batisfera histórica. *En 1934 William Beebe franqueó la «barrera» de los 900 metros de profundidad a bordo de su batisfera. Esta esfera de acero (abajo) estaba amarrada a un barco de acompañamiento (a la izquierda).*

Y, así, mientras unas civilizaciones utilizaban aún canoas de una pieza o embarcaciones hechas con pieles cosidas, en otros lugares ya se construían pesadas naves propulsadas a vela o a remo. Los primeros bastimentos provistos de puente aparecieron 2.000 años a. de C. Los barcos mercantes griegos superaban a menudo los 45 metros de longitud. El resto de la historia es bien conocido de todos: desde las carabelas de Cristóbal Colón hasta los veloces *Clippers* del siglo XIX; desde los primeros vapores hasta los submarinos atómicos de nuestra época.

El Trieste. *El 23 de junio de 1960 el batiscafo* Trieste, *construido por el profesor Auguste Piccard y vendido a la Marina americana, tocó fondo en la fosa de las Marianas (− 11.022 metros). Fue pilotado por Jacques Piccard, hijo del inventor suizo, y por el americano Don Walsh. La parte principal de la máquina contiene gasolina, que le sirve para remontar a la superficie. La esfera inferior hace de habitáculo.*

Los recursos minerales del océano



PARA la humanidad, sedienta de materias primas, el océano se presenta hoy como un formidable campo de recursos. En él se encuentra petróleo, carbón, fosfatos, piedras preciosas y gran cantidad de metales raros y costosos, como el manganeso, el cobalto, el magnesio, etcétera. Todas estas riquezas no pueden por menos que excitar la codicia de muchos. La explotación comenzó ya hace tiempo en las zonas litorales y las plataformas continentales: hace mucho, por ejemplo, que las minas de carbón de NewCastle se prolongan bajo el mar del Norte. La «nueva frontera» actual la constituyen ahora los grandes fondos oceánicos. En ellos existen, en efecto, enormes cantidades de minerales considerados de gran valor, que ya se han empezado a clasificar.

La explotación minera de los litorales presenta una serie de particularidades originales. Por un lado, la fuerza de la resaca tiende a fragmentar los materiales en pequeñas partículas. Por otro, el continuo movimiento de las masas de arena —debido al oleaje— origina una separación de los elementos en función de su densidad, concentrándose los más pesados en el fondo del estrato arenoso. Pasa un poco como en ciertas industrias de transformación, sólo que en este caso es la naturaleza la que se encarga de esa labor de separación. Por supuesto, aparte de estos diversos materiales, las costas proporcionan enormes cantidades de arena y grava, utilizadas como materiales de construcción. En ciertos lugares se explotan yacimientos de piedras preciosas, como aguamarinas, esmeraldas o diamantes. Las pepitas de oro y los metales del grupo del platino se encuentran sobre todo en los depósitos aluviales de las desembocaduras de los ríos.

Desde el punto de vista geológico, los continentes no terminan al borde de los océanos: a veces se prolongan por debajo de la superficie un gran trecho, constituyendo lo que se llama la plataforma continental. En esta última se pueden encontrar absolutamente todos los yacimientos minerales que se explotan en tierra firme. Algunos de ellos, en realidad, no son sino su prolongación directa. Los yacimientos carboníferos de Gran Bretaña y Japón tienen «antenas» en el mar del Norte y en el mar del Japón, y hace ya bastante tiempo que están en explotación, como decíamos más arriba. Los yacimientos submarinos de fosfatos constituyen uno de los más importantes recursos potenciales de Marruecos. Y no es necesario hacer hincapié en el interés que reviste el petróleo del mar del Norte, del golfo de México, del golfo Arábigo-Pérsico, del golfo de Maracaibo o del océano Glacial Artico.

En lo que concierne a los grandes fondos oceánicos —más allá de las plataformas continentales— hay que reconocer que todavía estamos poco documentados. Sabemos, no obstante, que encierran grandes riquezas minerales, en forma sobre todo de nódulos polimetálicos, llamados frecuentemente nódulos de manganeso porque contienen este metal en grandes proporciones. Tales nódulos, ricos igualmente en hierro, cobre, cobalto, níquel y otros elementos, se presentan en forma de bolas pequeñas, cuyo tamaño oscila entre el de una canica y el de una pelota de tenis. En ciertos parajes se encuentran por millones, en inmensos campos a 4.000 o 5.000 metros de profundidad. Las técnicas de recuperación de estos nódulos son objeto de activa investigación por parte de los grandes países industrializados. Estos mismos países llevan su experimentación al campo de la localización y

Inmensas riquezas. *Los mares encierran inmensos tesoros minerales. Cuya parte más accesible la constituyen los depósitos metalíferos de las costas o de la plataforma continental. En estas zonas, aparte de hierro, estaño y diversos metales pesados, se encuentran diamantes, petróleo, carbón, etc., y se explotan la arena y la grava. También el agua del mar contiene numerosos compuestos minerales en disolución. Los grandes fondos están a veces cubiertos por inmensos campos de nódulos polimetálicos que poseen gran interés económico.*

explotación de los yacimientos profundos de hidrocarburos, pero los problemas que se plantean en este aspecto, tanto desde el punto de vista tecnológico como de la seguridad, presentan un panorama de difícil solución.

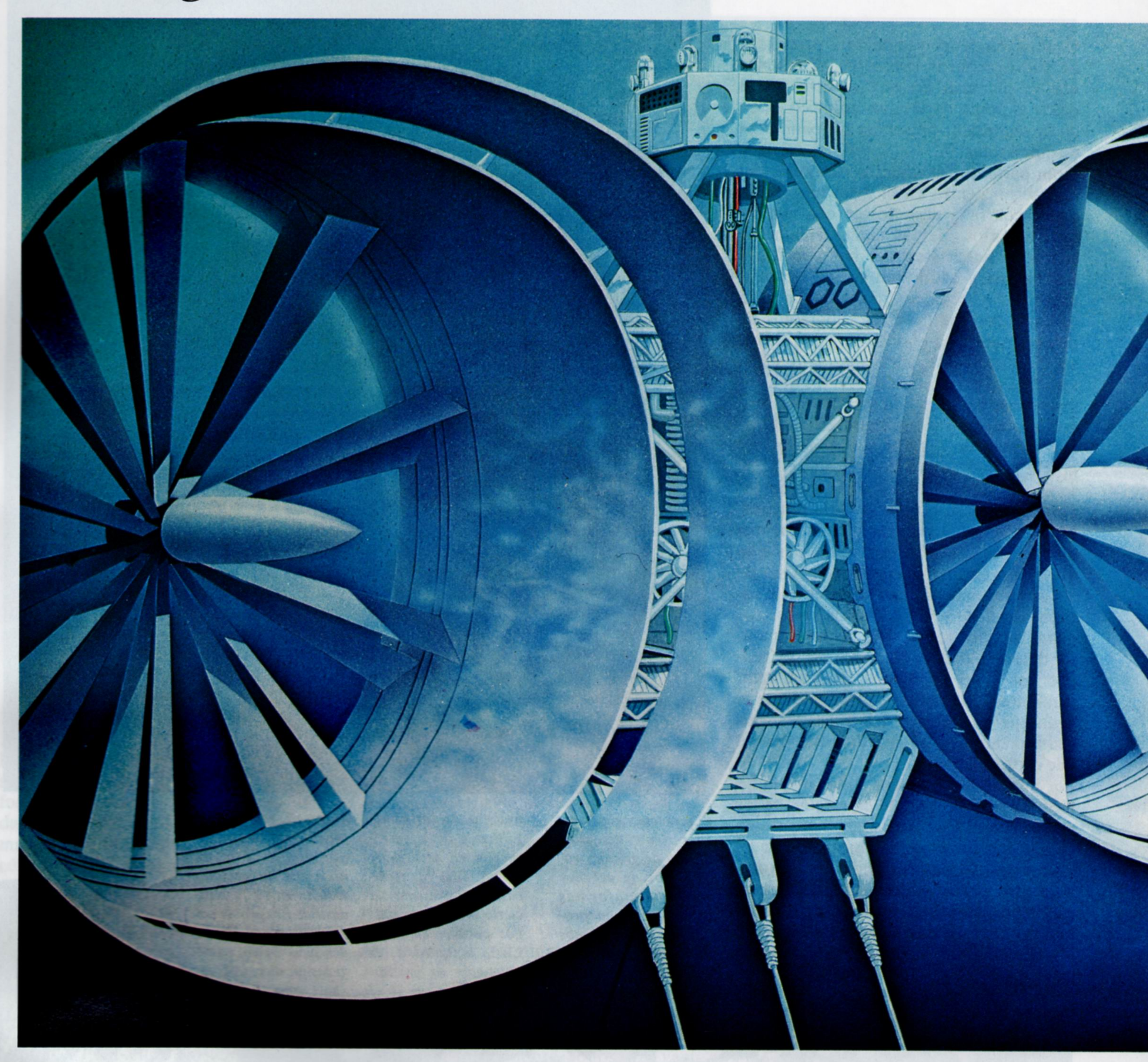
Gran parte de las riquezas minerales del mar se encuentra en el agua misma. Se han encontrado disueltos en ella más de 60 elementos, de los cuales solamente cuatro se pueden extraer hoy con facilidad: cloro y sodio (en forma de sal), magnesio y bromo. Cada tonelada de agua de mar contiene 35 kilogramos de diversas sales. La enorme dilución de estas últimas impide, sin embargo, que sea rentable su extracción: pensemos que para obtener un gramo de oro por este procedimiento habría que tratar 250.000 metros cúbicos de agua de mar, y aislar luego ese gramo de metal precioso de 8.750 toneladas de otras sales. Para que la explotación de tales riquezas fuera practicable habría que encontrar procedimientos de concentración de los minerales que presentan un interés económico. Uno de los campos más prometedores en este aspecto es el de los organismos vivos. Algunos de ellos concentran de modo natural determinados compuestos en sus tejidos: las algas laminarias, por ejemplo, contienen 100.000 veces más yodo que el agua que las rodea; y los tunicados concentran 280.000 veces más vanadio que el que existe en el agua.

Por último, no podemos soslayar que las técnicas actuales para la extracción de los minerales del mar presentan cierto riesgo para el medio ambiente. Basta pensar en las mareas negras producidas por la rotura de los pozos petrolíferos submarinos en California o el golfo de Campeche (el famoso *Ixtoc I*), en el mar del Norte o en las cercanías de la desembocadura del caudaloso río Níger.

El presente y el futuro. *El reciente descubrimiento de grandes yacimientos de petróleo en las plataformas continentales ha provocado estos últimos años un desarrollo considerable de la tecnología de las plataformas y de la perforación en alta mar. Como todas las técnicas, ésta presenta un cierto número de riesgos para el entorno. En la actualidad, la obtención de los nódulos de manganeso (abajo, un campo de nódulos y corte de uno) no ha entrado todavía en su fase industrial. Los problemas que existen son de orden tecnológico, ecológico y jurídico.*



La energía marina

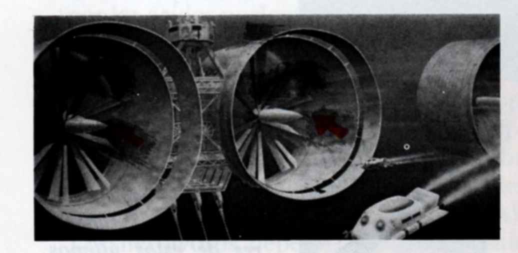


HACE tiempo que el hombre quedó fascinado por la idea de aprovechar parte de la fantástica energía que encierra el mar y que se pone de manifiesto en sus olas, sus corrientes, sus tempestades y sus mareas.

Los griegos consiguieron controlar, en parte, la corriente del canal de Euripo, instalando molinos de agua que suministraron energía durante siglos a las ciudades de la isla de Eubea y de la región de Cefalonia. Entre los siglos XVII y XIX se instalaron molinos que aprovechaban las mareas en los Países Bajos, Bretaña y la costa este de Estados Unidos. En los años 30, el presidente Roosevelt intentó que se construyera una central maremotriz en la bahía de Passamaquoddy, en el Maine, y se pensó otro proyecto similar para el estuario del Severn, en Gran Bretaña. Pero la gran realización en este campo fue la central de Rance, en Bretaña, que continúa funcionando satisfactoriamente. Se ha pensado también en otros lugares, como la bahía de Fundy (en Canadá), en la URSS, en China, en las islas Chausey (Francia), y otras.

Sin embargo, no es la energía de las mareas la más prometedora. Puede que la energía de las olas mismas sea casi infinita, aunque difícil de domesticar; de todas maneras parecen viables, en este aspecto, algunos proyectos recientes. Tampoco es desdeñable la energía de las corrientes: varios ingenieros están empeñados en la tarea de «enturbinar» nada menos que al *Gulf Stream*. Pero una de las mayores posibilidades la ostenta la energía térmica de los mares. La idea de aprovechar la diferencia de temperatura existente entre la superficie de los océanos (sobre todo en los trópicos) y los fondos fue formulada por el físico francés Arsonval en el siglo XIX, y llevada a la práctica en los años 30 por el ingeniero Georges Claude. Actualmente están en estudio varios proyectos que hacen concebir serias esperanzas de éxito.

Otra forma de energía la constituye la de los gradientes de salinidad. Recurriendo a las leyes de la ósmosis es posible recu-



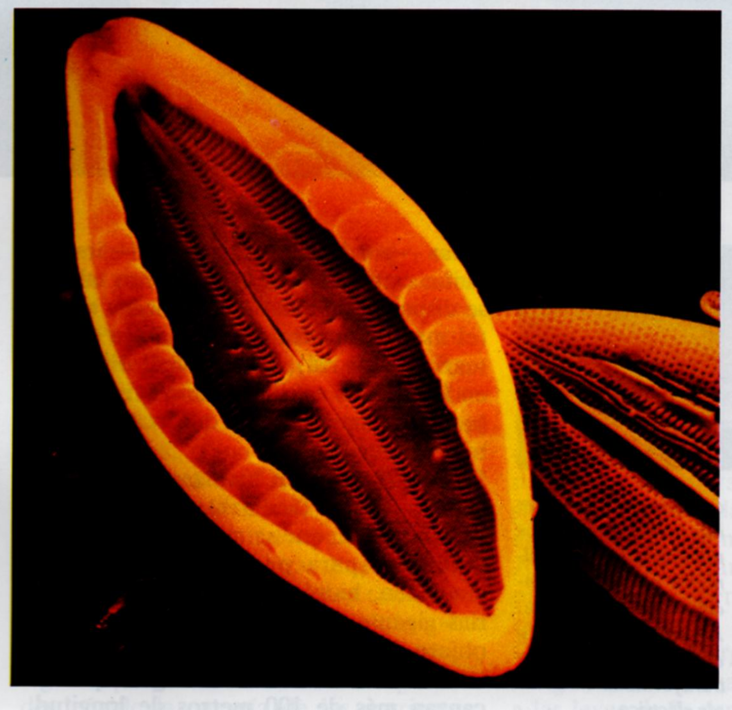
***En los confines de la ciencia-ficción.** El agua de mar, sometida a la radiación calorífica del Sol, se transforma en una fantástica máquina energética. Los proyectos de «enturbinar» las grandes corrientes marinas se han multiplicado en los últimos años, especialmente en lo que concierne al* Gulf Stream. *La energía mecánica domesticada puede ser transformada en energía eléctrica.*

perar —por lo menos en teoría— importantes cantidades de energía, con tal que se disponga de una fuente de agua salada (el mar) y de otra de agua dulce (el estuario de un río). La principal dificultad en la práctica estriba en encontrar membranas semipermeables que sean lo bastante resistentes.

El mar es también biomasa. Cultivando algas se logra fácilmente energía solar transformada, que se puede reconvertir a voluntad (para producir electricidad, amoniaco, hidrógeno, etc.). Las laminarias gigantes del género *Macrocystis* son objeto de estudios muy avanzados, sobre todo en California: estas algas, que alcanzan más de 100 metros de longitud, son plantas anuales y crecen, aproximadamente, 50 centímetros al día. Se piensa sembrarlas en inmensos cercados sumergidos, junto a las costas, y cosecharlas periódicamente antes de transformarlas en energía. Aunque el procedimiento no sea muy rentable, que la materia prima crezca por sí misma y sea renovable lo hace muy interesante. Pero hay que procurar no perturbar los ecosistemas. Algunas introducciones irreflexivas de especies animales y vegetales en costas diferentes a su lugar de origen han resentido el equilibrio original, dando lugar, en ocasiones, a auténticas catástrofes ecológicas. Por el bien del mar, confiemos en que impere el buen sentido humano.

El mar nutricio

COMO en tierra firme, toda la vida en el mar depende de la energía solar que las plantas clorofílicas captan y transforman en energía química. El plancton vegetal, o fitoplacton, constituye la base de todas las pirámides alimentarias en el océano. Dicho plancton vegetal está formado por una prodigiosa masa de organismos unicelulares y pluricelulares que viven a menos de 100 metros de profundidad, es decir, en la franja de agua que los rayos luminosos pueden atravesar. El fitoplancton sirve de alimento al zooplancton (crustáceos, moluscos, larvas de todo tipo), que alimenta a su vez a peces de diverso tamaño (sardinas, salmones, etcétera), o a grandes mamíferos (ballenas con barbas). Los peces pequeños son devorados por otros mayores (lubinas, doradas), los que, por su parte, son presa de los grandes depredadores (tiburones, atunes, delfines, orcas). En última instancia, los microorganismos descomponedores reciclan los restos de otros animales.



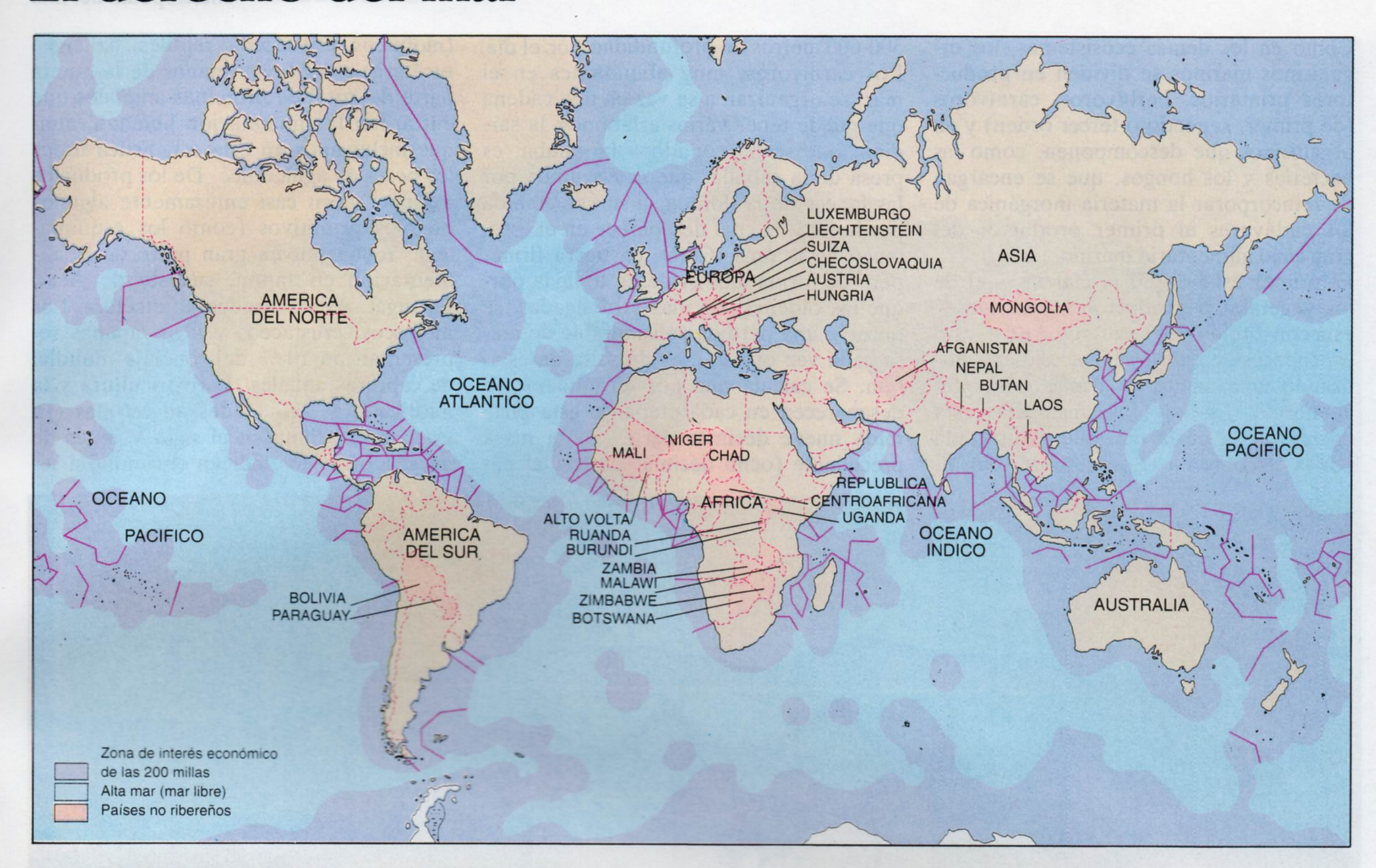
La cadena alimentaria. *El mar es una formidable fábrica de seres vivos. Merced a la fotosíntesis, el fitoplancton transforma la materia muerta en moléculas orgánicas. Los vegetales clorofílicos se llaman productores primarios. El fitoplancton (a la izquierda, una diatomea) constituye la alimentación del zooplancton, y éste, a su vez, la de los carnívoros. En la cadena alimentaria, los cadáveres de estos últimos van a ser atacados por agentes descomponedores (hongos y bacterias), que son los encargados de reciclar los desechos orgánicos, convirtiéndolos en moléculas simples.*

Como en los demás ecosistemas, los organismos marinos se dividen en productores primarios, herbívoros, carnívoros (de primer, segundo o tercer orden) y en organismos que descomponen, como las bacterias y los hongos, que se encargan de reincorporar la materia inorgánica de los cadáveres al primer productor del gran ciclo alimentario marino.
El primer eslabón de la cadena —el de los vegetales o productores primarios— está constituido por seres autótrofos, esto es, capaces de cubrir sus necesidades utilizando únicamente moléculas minerales y energía. En tales circunstancias esta energía es la de la luz, que es utilizada por la clorofila en el proceso de fotosíntesis. A partir del agua y el gas carbónico, la célula vegetal produce azúcares con tres átomos de carbono (energía química) y oxígeno. Los azúcares con C_3 son seguidamente almacenados en forma de glucosa, almidón, grasas, etcétera, y sirven como moléculas energéticas durante la síntesis de las proteínas, controladas por los ácidos nucleicos (ADN y ARN).
Los organismos que descomponen reintroducen en la cadena alimentaria ciertas moléculas indispensables para su perpetuación, especialmente compuestos nitrogenados (necesarios para la elaboración de moléculas proteínicas) y ciertas sales minerales (carbonato de calcio, etcétera).
Los herbívoros dependen estrechamente de la producción primaria. Las curvas de población del zooplancton siguen, así, exactamente a las del fitoplancton. El zooplancton lleva a cabo, en la mayoría de los mares, curiosas migraciones verticales diariamente: asciende hacia la superficie por la noche y desciende a los 300-600 metros de profundidad por el día.
Los carnívoros, muy abundantes en el mar, se organizan a su vez en una cadena que puede tener varios eslabones: la sardina, que se ha comido a la gamba, es presa de la caballa, que es engullida por las fauces de la dorada, a su vez comida por la foca, la cual desaparece en el estómago de la orca. Como en tierra firme, pero de forma más evidente todavía porque las cadenas son más prolongadas, se observa una pérdida considerable de masa cada vez que la energía salta de eslabón. Se calcula que por término medio desaparecen en cada etapa de esta pirámide nueve décimas partes de la masa precedente (ocho décimas partes, al pasar solamente del fitoplancton al zooplancton). En la mejor de las hipótesis, 250 kilogramos de fitoplancton permiten «fabricar» 50 kilogramos de zooplancton, que proporcionan 5 kilogramos de arenques, los que, a su vez, no producen más que medio kilogramo de atún.
Existen cerca de 40.000 especies de peces, de las que unas 1.000 se utilizan para la alimentación humana. Pero sólo una decena son importantes a escala mundial. En realidad sólo aprovechamos las categorías que viven en enormes bancos y que comprenden individuos de talla mediana (sardinas, arenques, bacalao, etc.), o grande (atún). Todos estos animales son carnívoros y ocupan el tercer o cuarto eslabón en la cadena alimentaria marina. Por lo demás, los sustraemos de su ecosistema por el prehistórico procedimiento de pescarlos, simplemente, aunque para ello utilicemos los recursos más sofisticados de la moderna tecnología.
Los peces y los demás animales acuáticos (moluscos, crustáceos, reptiles, ballenas, etcétera) constituyen menos de la quinta parte del total de proteínas animales que entran en la alimentación humana, aunque incluyamos en esta estadística todos los peces de agua dulce. De los productos del mar viven casi enteramente algunos pueblos primitivos (como los esquimales). Y constituyen gran parte de la alimentación en Japón, sudeste de Asia, Portugal, Africa occidental, etcétera. Los moluscos, crustáceos y algas apenas representan un 10 % del tonelaje mundial de capturas anuales. La ostricultura y la mitilicultura, actividades ancestrales (ya existían en China en el siglo V antes de nuestra era), nos indican el camino a seguir: el de la acuacultura, el cultivo de los organismos más productivos del mar.
En su lucha por la vida y el alimento, el hombre se ha convertido en el principal factor de perturbación de los equilibrios naturales en nuestro planeta. Su forma de pescar se parece más al pillaje desvergonzado que a la explotación racional. Los resultados no se hacen esperar: por doquier desaparecen los grandes bancos de peces. Sin una rigurosa gestión de las riquezas naturales de los océanos y si no damos paso rápida e intensamente a la acuacultura vamos derechos hacia el desastre final.



De la pesca a la acuacultura. *En la historia del hombre, la recolección de vegetales dio paso a la agricultura, y la caza a la ganadería. Esta revolución neolítica se llevó a cabo hace unos 7.000 años en tierra firme. Es tiempo ya de que se produzca también en el mar: debemos cultivar las algas y criar peces o agotaremos rápidamente los bancos naturales.*

El derecho del mar



LA importancia económica del mar –como fuente de materias primas, de energía y de alimento— va en continuo aumento. Si a esto añadimos la circunstancia de que numerosas cuestiones de soberanía no están reguladas todavía (la circulación por ciertos estrechos, por ejemplo), y que las profundidades oceánicas revisten particular interés militar, se comprende fácilmente que la comunidad internacional sienta la imperiosa necesidad de establecer un gran «derecho del mar».

Es ya antigua la controversia entre los partidarios de un mar abierto a todos *(mare liberum)* y los que defienden la apropiación de extensas regiones oceánicas *(mare clausum)*. El derecho del mar fue codificado en el siglo XVIII por el jurista holandés Grotius, y reformado posteriormente en función de diversos tratados multilaterales. Pero este derecho ha quedado desfasado, por resultar demasiado arcaico ante las nuevas perspectivas de explotación de los recursos de los océanos.

Esto motivó que la Organización de las Naciones Unidas convocara tres conferencias internacionales sobre el tema en 1958, 1967 y 1978. Los enfrentamientos entre los diversos países han sido muy virulentos, aunque ya se han logrado algunos acuerdos. Como consecuencia de la primera conferencia, por ejemplo, se adoptaron los textos relativos a las aguas territoriales y adyacentes, a las plataformas continentales, a alta mar, a la pesca y a la conservación de los recursos.

En la segunda reunión, el delegado de la isla de Malta propuso que los fondos marinos fueran «patrimonio común de toda la humanidad». Propuesta que fue apoyada por la mayoría de los delegados, pero encontró el veto de los principales países industrializados.

Es comprensible que los conflictos no tengan fácil solución, pues se trata ni más ni menos que de determinar quién ten-

0 Aguas territoriales 12 Zona contigua 24 Zona de interés económico 200 millas marinas
Plataforma continental
Plataforma continental legal
0 m
Talud continental
Elevación continental
3 000 m

De 12 a 200 millas. *La importancia económica del mar, su interés alimentario, energético, mineral y estratégico hacen necesario establecer un derecho internacional que pueda ser respetado por todos los estados, y que no lesione a ninguno. Las Naciones Unidas, a través de conferencias periódicas, intentan ponerlo en pie. Sin embargo, la adopción casi general del sistema de la zona de interés económico de las 200 millas, distinta de la zona de aguas territoriales (12 millas), modifica considerablemente el aspecto político del mapa mundial (arriba).*



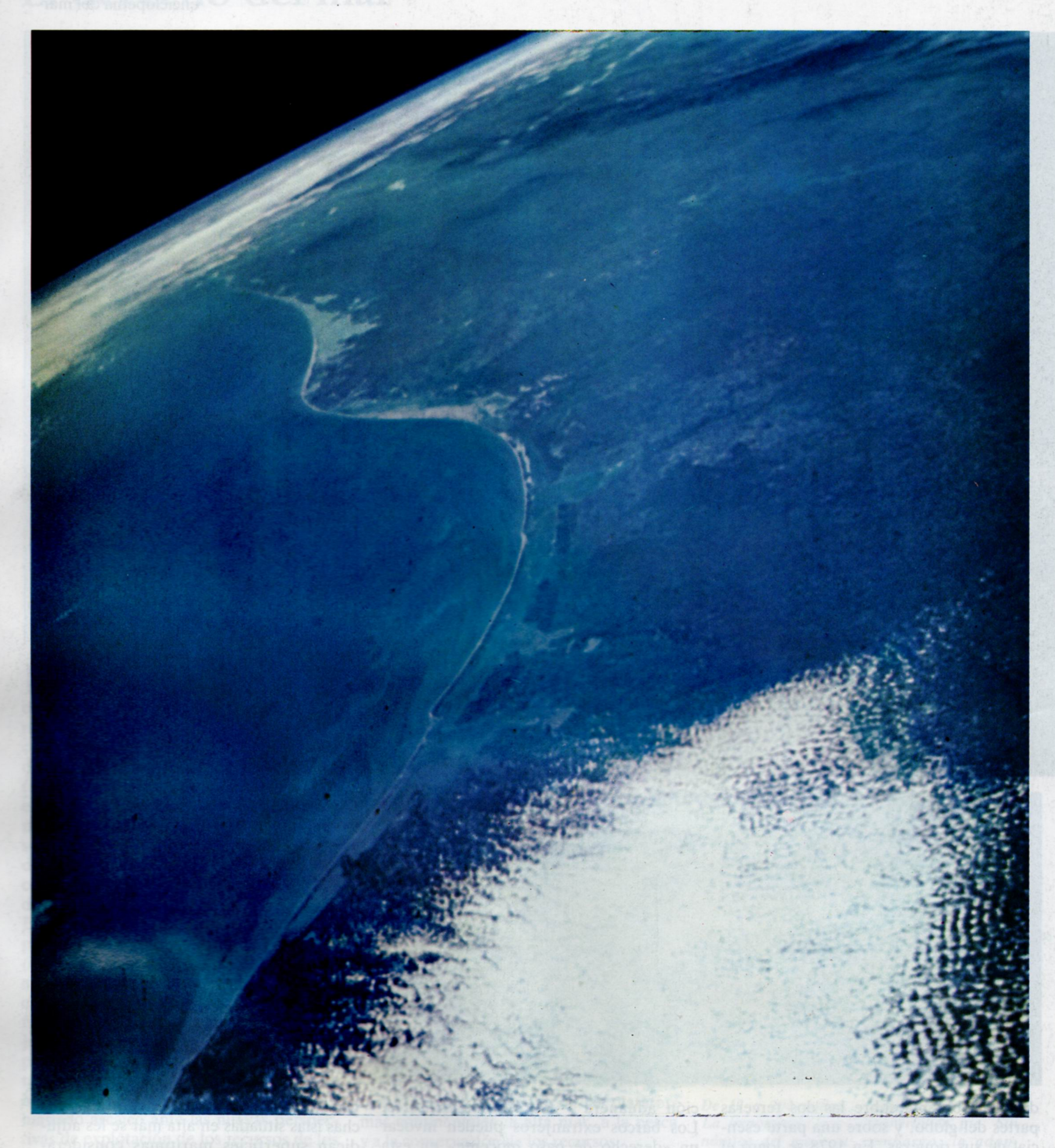
El problema de los estrechos. *Numerosos estrechos, como el de los Dardanelos, se encuentran enteramente incluidos en el territorio de un solo país, o separan a dos países. A partir del siglo XVIII, por lo menos, está admitido que los barcos circulen por ellos libremente. En realidad, ningún país dueño de un estrecho tendría interés en bloquearlo, pues se ganaría inmediatamente represalias de muchos gobiernos.*

dría la soberanía sobre las dos terceras partes del globo, y sobre una parte esencial de sus riquezas. En 1978 se logró el consenso sobre la extensión del límite de las aguas territoriales a 12 millas marinas, y el establecimiento —para cada estado marítimo— de la actual zona «de interés económico», que comprende 200 millas de amplitud.

En la zona de las aguas territoriales se aplican de pleno derecho las leyes del estado respectivo, tanto en materia sanitaria como en la de seguridad, la regulación aduanera y los asuntos militares. Los barcos extranjeros pueden invocar un «derecho de paso inocente» en esta zona, derecho que no se reconoce a los aviones, y que no vale tampoco para los submarinos sino cuando navegan en superficie y enarbolan bandera.

La zona de las 200 millas —llamada de interés económico, como acabamos de decir— permite a los estados ribereños mantener un derecho absoluto y exclusivo sobre la plataforma continental, especialmente para explotar y conservar sus recursos, y para administrar las riquezas que se encuentran en los fondos, en el subsuelo o en las aguas que les conciernen. Esta disposición legal dio origen a una especie de desquiciamiento de la geografía mundial: a los estados con muchas islas situadas en alta mar se les adjudican superficies marítimas considerables. Así, Francia se convierte en el tercer estado mundial por superficie, después de la Unión Soviética y Estados Unidos.

Pero sigue sin resolverse la cuestión de alta mar. Todo el mundo está de acuerdo en garantizar la libre circulación de los navíos. Pero surge, inmediatamente, la discordia cuando se trata de explotar las riquezas existentes en los océanos, por



ejemplo, los campos de nódulos polimetálicos. Los Estados Unidos sostienen la tesis de que los recursos pertenezcan al primero que acierte a extraerlos. Opinión que no comparten los países subdesarrollados; los cuales, conforme a la resolución de 1967, quieren que sean patrimonio común de la humanidad, es decir, que se repartan equitativamente. En esta batalla, los países pobres cuentan con el apoyo de algunos países ricos que no tienen acceso al mar, como Suiza, Austria, Checoslovaquia, etcétera.

Todavía está lejos el día en que se pongan de acuerdo sobre este punto. Y no hay que pasar por alto el peligro de que estos diferendos degeneren en abiertos enfrentamientos, convirtiéndose algunas zonas del mar (estrechos, regiones abundantes en petróleo, campos de nódulos, etc.) en escenario de un conflicto armado. Por lo demás, tampoco están regulados jurídicamente los problemas fundamentales de la contaminación (por los barcos y los vertidos fluviales). Recordemos, por ejemplo, los recientes problemas surgidos a partir del vertido de desechos radiactivos frente a las costas del noroeste español por parte de barcos holandeses; con el saldo, además, de un ecologista herido. Mientras no exista una legislación en este sentido no habrá lugar para el optimismo.